

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)



دانشکده مهندسی کامپیوتر

گزارش پروژه اول

درس مدل‌های احتمالاتی گراف‌ی

نجمه محمدباقری

۹۹۱۳۱۰۰۹

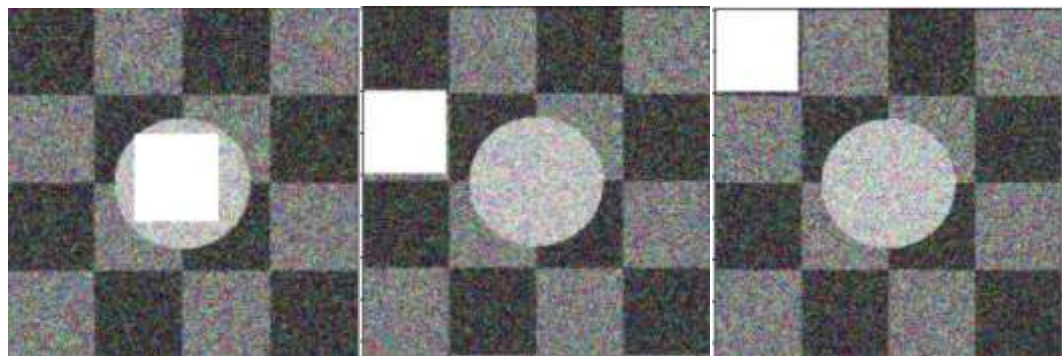


گزارش پروژه

بخش اول

(الف)

برای محاسبه $P(\text{Intensity}|\text{label})$ از تابع گوسی می‌شود. همانطور که می‌دانیم برای استفاده از تابع گوسی لازم است میانگین و واریانس داده‌ها را داشته باشیم به همین منظور قسمتی از هر بخش تصویر انتخاب و میانگین و واریانس آن محاسبه شد. همانطور که در تصاویر زیر مشهود می‌باشد برای هر برچسب ناحیه‌ی سفید نمونه‌برداری شده‌است.



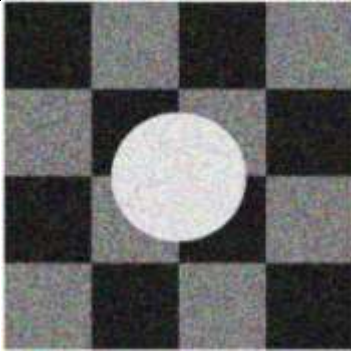
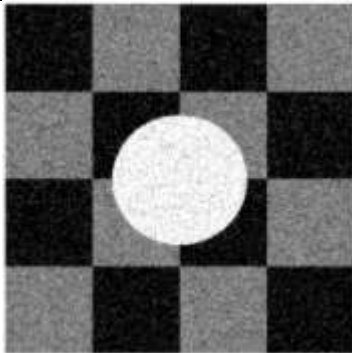
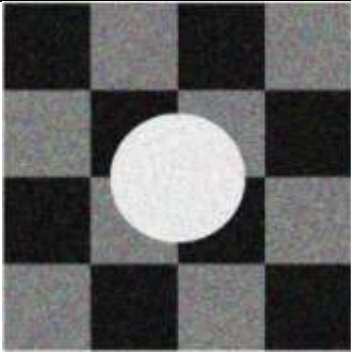
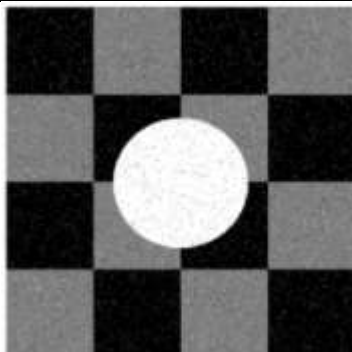
آزمایش‌های مربوط به تقطیع تصویر در قسمت "ب" انجام شده است.

(ب)

در این آزمایش‌ها ورودی مدل، تصویر نویزی می‌باشد که می‌خواهیم بررسی کنیم دقت عملکرد مدل برای تقطیع تصویر چقدر است. به دلیل اینکه تصویر داده شده یک تصویر تقطیع شده هست، این تصویر را نویزی می‌کنیم و به عنوان تصویر تست استفاده می‌کنیم. از تصویر اولیه نیز به عنوان مرجع برای محاسبه دقت استفاده می‌کنیم.

مشخصات آزمایش	تصویر نویزی	تصویر تقطیع شده	دقت
انحراف معیار نویز: ۰.۵			۰.۶۵۹



انحراف معیار نویز: ۰.۱			۰.۸۸
انحراف معیار نویز: ۰.۰۵			۰.۹۶۱

زمان اجرای هر آزمایش: ۸ دقیقه

نتیجه: هرچقدر واریانس نویز اضافه شده به تصویر بیشتر می شود دقت مدل کاهش می باید.

ج و د)

در این قسمت سه آزمایش قبلی را با مدل مارکوف تکرار می کنیم.

تنظیمات هر سه آزمایش:

$\text{betha}=5$, $T0=1$, $c=0.95$, $\text{epochs}=1500000$, $T_mode = 1$, $\text{patience} > 10000$, $\text{neighbors} = 8$

مشخصات آزمایش	تصویر نویزی	تصویر تقطیع شده	دقت
------------------	-------------	-----------------	-----



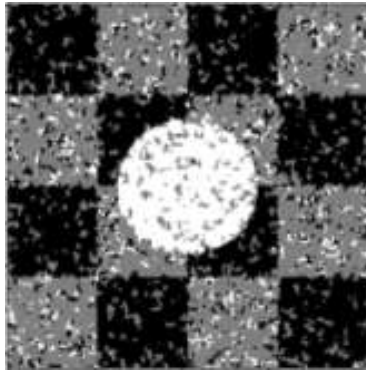
<p>انحراف معیار نویز: ۰.۵ Stopped at 7930000 With U : -1367941.9778818248 Run time: 55 min</p>			۰.۶۳۹
<p>انحراف معیار نویز: ۰.۱ Stopped at 10000000 With U : -1798441.90073666 Run time: 1h, 13 min</p>			۰.۸۰
<p>انحراف معیار نویز: ۰.۰۵ Stopped at 10000000 With U : -2048195.9058533702 Run time: 1h, 6 min</p>			۰.۹۹

نتیجه: با بیشتر شدن انحراف معیار نویز، دقت مدل مارکوف نیز کمتر میشود. اما در کل دقت در مدل مارکوف بهتر از مدل بیز ساده است.

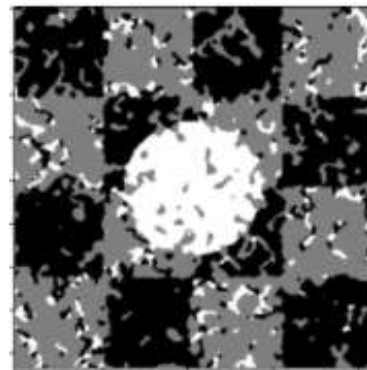
در ادامه برای بررسی پارامترها از تصویر با نویز ۰.۱ استفاده شده است:

(۵)

در این آزمایش مقدار بتا برابر با ۵ است، به همین دلیل تصاویر درشت‌دانه هستند و به خوبی می‌توان تفاوت بین دو همسایگی را مشاهده کرد.



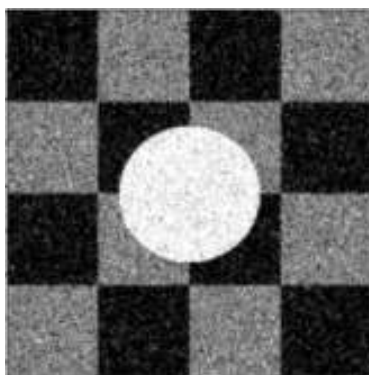
همسایگی: ۴



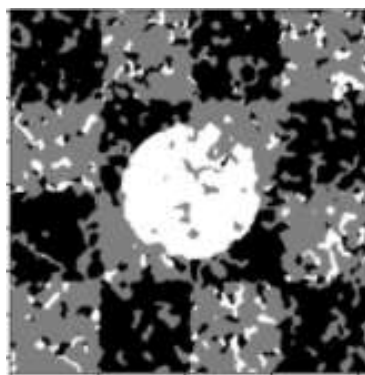
همسایگی: ۸

نتیجه: در همسایگی بزرگتر، ناحیه‌های همگن بزرگتری تولید می‌شود.

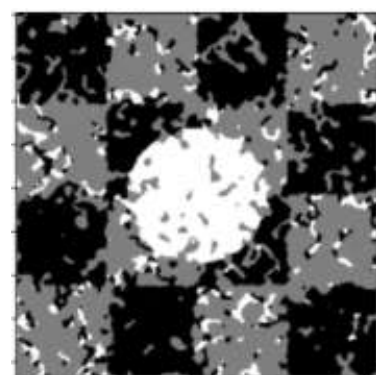
(و)



بتا: ۰.۰۵



بتا: ۵۰



بتا: ۵

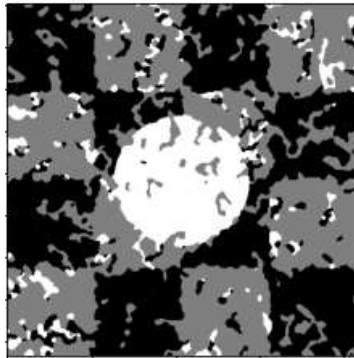
نتیجه: هر قدر بتا بزرگتر باشد ناحیه‌های همگن تولیدشده بزرگتر خواهند بود.

(ز)

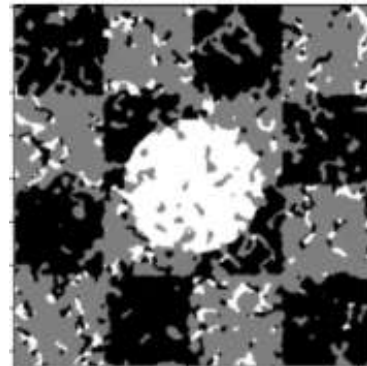
برای بررسی این مساله، سه ناحیه ۱۰۰ پیکسلی از تصویر به صورت دستی برچسب‌دهی شد. (به ازای هر سنگمنت یک ناحیه).

تنظیمات آزمایش:

$\text{betha}=5, T_0=1, c=0.95, \text{epochs}=10000000000, T_{\text{mode}} = \text{exponential}, \text{neighbors} = 8$



برچسب‌دهی دستی اولیه ۳۰۰ پیکسل



برچسب‌دهی اولیه کاملاً تصادفی

در حالت دستی: همگرایی الگوریتم در تکرار ۱۳۲۲۰۰۰۰ ام با سطح انرژی ۱۸۵۴۳۷۲ - دقت حاصل: ۰.۸۱۴

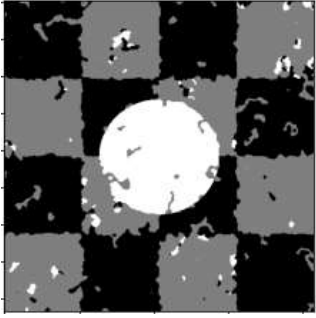
در حالت کاملاً تصادفی: همگرایی الگوریتم در تکرار ۱۴۳۸۰۰۰۰ ام با سطح انرژی ۱۸۶۵۳۹۴ - دقت حاصل: ۰.۸۲۳

نتیجه: در حالتی که برخی از حالت‌ها را دستی مقدار صحیح بدهیم سرعت همگرایی اندکی بالا می‌رود. اما این تغییر آنچنان چشمگیر نیست. و میتوان به صورت کلی گفت تغییر خاصی حاصل نمی‌شود.

ح) تابع دما در الگوریتم تاثیر بسیار زیادی دارد. با چند آزمایش به این نتیجه رسیدیم که هرچه دما با شیب بیشتر کاهش یابد سرعت همگرایی افزایش می‌یابد. در دو آزمایش زیر این نتایج مشاهده می‌شوند:

مشخصات آزمایش	تصویر تقطیع شده	دقت	توقف الگوریتم در تکرار α	تابع دما
Betha=1 C= 0.95 T0 = 1		0.891	6240000	$T = T * c$



$T = T_0 /$ current_iteration	11950000	0.932		$T_0 = 100$ Beta = 1
----------------------------------	----------	-------	--	-------------------------

در آزمایش اول مقدار T به سرعت کاهش می‌یابد و مشاهده می‌شود که از تکرار ۲۰۰ به بعد، حرکت تصادفی نداریم. اما با تابع دمای آزمایش دوم تا تکرار ۱۵۰۰۰ شاهد حرکت تصادفی هستیم. همانطور که گفته شد در آزمایش اول قدم‌های تصادفی به سرعت محدود می‌شوند و تنها گام‌های مطمئن برداشته می‌شود --> به دلیل کم کردن میزان تصادفی بودن الگوریتم سرعت همگرایی افزایش می‌یابد. اما با این کار احتمال قرار گرفتن در مینیمم محلی افزایش می‌یابد. این نتیجه در دقت بدست آمده از این آزمایش مشاهده می‌شود. (سرعت همگرایی آزمایش اول حدود ۲ برابر آزمایش دوم است در حالی که دقت آن کمتر است).

در آزمایش دوم که مدل را محدود به گام‌های مطمئن نکردیم، احتمال قرار گرفتن در مینیمم محلی کاهش یافت و همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌کنیم دقت افزایش یافته است.

نتیجه‌ی نهایی: هرچقدر شیب تابع دما بیشتر باشد سرعت همگرایی و احتمال قرار گرفتن در مینیمم محلی بیشتر می‌شود.

بخش دوم

تصویر داده شده برای این قسمت از تمرین ابعادش بزرگ بود --> تعداد حالات مدل مارکوف خیلی زیاد می‌شد --> زمان اجرا وحشتناک زیاد می‌شد. --> تصویر به یک چهارم ابعادش ری‌سایز شد.

در آزمایش‌های بعدی از این تصویر کوچک‌شده به عنوان ورودی استفاده می‌شود.

برای محاسبه‌ی $p(\text{feature}|\text{label})$ از بخش‌های مشخصی از تصویر نمونه‌برداری شده‌است که در تصاویر زیر مشاهده می‌کنیم:



Figure 1 $p(\text{feature}|\text{road})$

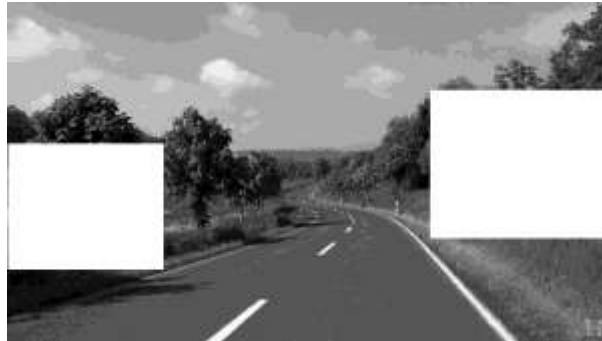


Figure 1 $p(\text{feature}|\text{tree})$



Figure3 $P(\text{feature}|\text{sky})$

در تمام آزمایشات بعدی همسایگی ۸ در نظر گرفته شده است.

الف) ویژگی سطح خاکستری:

تنظیمات آزمایش:

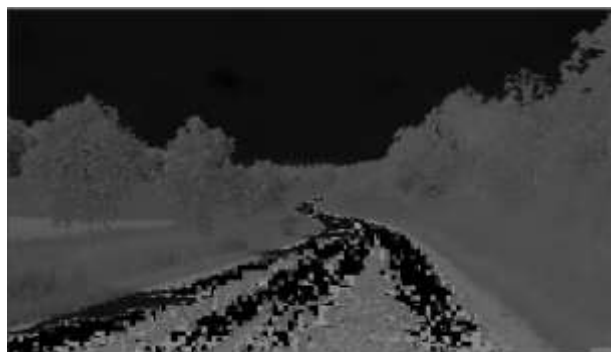
Betha=0.5, T0=1, c=0.999995, epochs=100000000, T_mode = exponential

Stopped at 3280000 with U -221011.53179663394



شکل ۴ نتیجه‌ی تقطیع با ویژگی سطح خاکستری

ویژگی Hue:

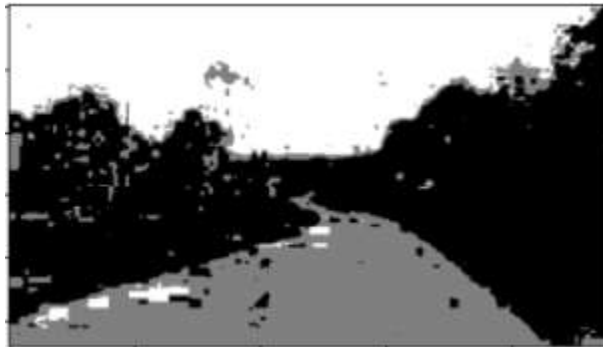


شکل ۵ ویژگی Hue از تصویر

تنظیمات آزمایش:

$\text{betha}=0.5, T_0=1, c=0.999995, \text{epochs}=100000000, T_mode = \text{exponential}$,

Stopped at 2390000 with U:-325448.63465202093



شکل ۶ نتیجه‌ی تقطیع با ویژگی Hue

(ب) چند ویژگی:

ویژگی‌ها: سه ویژگی R,G,B و یک ویژگی سطح روشنایی تصویر (بردار ویژگی ۴ بعدی)

تنظیمات آزمایش:

$\text{betha}=0.5, T_0=1, c=0.999995, \text{epochs}=10000000, T_mode = \text{exponential}$

Stopped at 1790000 with U: -823265.9324773354



شکل ۷ نتیجه‌ی تقطیع با چند ویژگی

نتیجه سه قسمت قبل: در حالتی که تنها سطح خاکستری تصویر را نگه می‌داریم، اطلاعات زیادی را از دست می‌دهیم، همانطور که از تصویر ۴ مشاهده می‌کنیم عملکرد تقطیع در این حالت خوب نیست. به طور مثال میزان زیادی از نواحی درختی برچسب جاده گرفته‌اند.

ویژگی Hue اطلاعات بیشتری نسبت به سطح خاکستری در خود نگه می‌دارد؛ به همین دلیل خروجی از حالت قبل بهتر است.



در حالتی که ۳ رنگ مختلف تصویر را به عنوان ویژگی لحاظ می‌کنیم دقت تقطیع به شدت بهبود می‌یابد، از این خروجی می‌توان نتیجه گرفت که در این حالت بیشترین اطلاعات از تصویر نگهداری می‌شود و این موجب می‌شود که دقت تقطیع به این میزان خوب باشد.

بخش اختیاری

الف) سوپر پیکسل

روش:

۱. پیکسل‌ها با الگوریتم خوشه‌بندی طیفی به سوپر پیکسل‌ها تقسیم شدند.
 ۲. هر سوپر پیکسل یک حالت از میدان تصادفی مارکوف در نظر گرفته شد.
 ۳. ویژگی هر حالت با میانگین بردار ویژگی پیکسل‌های قرار گرفته در آن حالت مقداردهی شد.
 ۴. ویژگی پیکسل‌ها شامل سه ویژگی R, G, B است.
 ۵. به ازای هر پیکسل همسایه‌ها با ماسک 3×3 بدست آمدند و با توجه به پیکسل‌های داخل هر سوپر پیکسل، سوپر پیکسل‌های همسایه مشخص شدند. (یعنی حالت‌های همسایه‌ی هر حالت)
 ۶. مراحل بعدی همانند قسمت‌های قبلی اجرا شد.
- تنظیمات آزمایش:

$\text{betha}=0.5, T_0=1, c=0.999995, \text{epochs}=1000000, T_{\text{mode}} = \text{exponential}, n_{\text{superpixels}} = 800$
stopped at 60000 with U: 8521.972985717213



شکل ۸ نتیجه‌ی تقطیع در سطح سوپر پیکسل



سلسله مراتبی:

ایده‌ی اصلی در این روش بزرگ‌شدن استیته‌ها؛ یعنی ادغام شدن استیته‌هایی که برچسب یکسان دارند، است. هدف ادغام کردن نیز انتقال دانش به سطوح بالاتر است. برای انجام این قسمت روش‌های مختلف با قیود مختلفی آزمایش شد، اما خروجی‌ها دقت خوبی نداشتند و از درج آنها در گزارش صرف نظر شد. شکل ۹ خروجی بهترین حالت از آزمایش‌های انجام شده است.

در این روش MFR های متوالی در یک حلقه انجام می‌شوند. پس از اجرای هر MRF، عمل ادغام بر روی خروجی آن انجام می‌شود و استیته‌های جدید برای مرحله‌ی بعدی MRF ساخته می‌شوند. این کار تا زمانی انجام می‌شود که سطح انرژی کل استیته‌ها کاهش یابد. تنظیمات هر MRF به صورت زیر است:

تعداد تکرار: ۳۰۰۰، بتا: ۰.۵، تابع دما: نمایی، همسایگی: تمام سوپریپیکسل‌های همسایه با مرز، تعداد سوپریپیکسل‌های اولیه: ۲۰۰۰.

خروجی این آزمایش در شکل ۹ قابل مشاهده است.



شکل ۹ نتیجه‌ی تقطیع به روش سلسله مراتبی

نتیجه: به طور خاص برای این تصویر، استفاده از روش سوپریپیکسل به تنهایی کارآمدتر از روش سلسله مراتبی است. منظور از کارآمد بودن سرعت همگرایی و دقت و کیفیت تصویر تقطیع‌شده‌ی نهایی می‌باشد.